

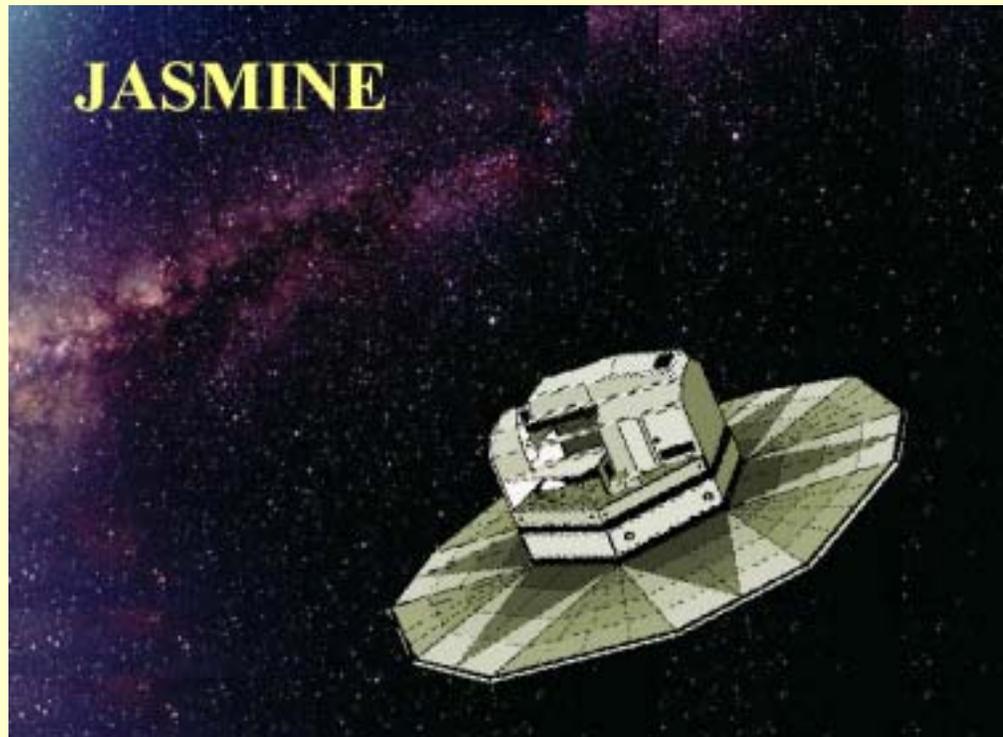
JASMINE計画の検討状況

(近赤外線高精度位置天文観測衛星計画)

- Japan Astrometry Satellite Mission for INfrared Exploration -

郷田直輝 (国立天文台)

+ JASMINEチーム



§ 1.JASMINEが狙うサイエンス: 銀河系とは何か？

銀河系を知る

力学構造

星形成史

系内構成天体

自己重力多体系
の物理

銀河系形成史

恒星進化、惑星、
変光星、超新星、
連星系、褐色矮星、

暗黒物質

距離指標

長距離力系の
統計力学

宇宙初期での
銀河形成・進化

宇宙の
構成天体

(近傍宇宙論)

銀河系の解明のためには、

Photometry (測光), Spectroscopy (分光) による
明るさ、色、元素量、視線速度の情報に加えて

天体までの距離
速度

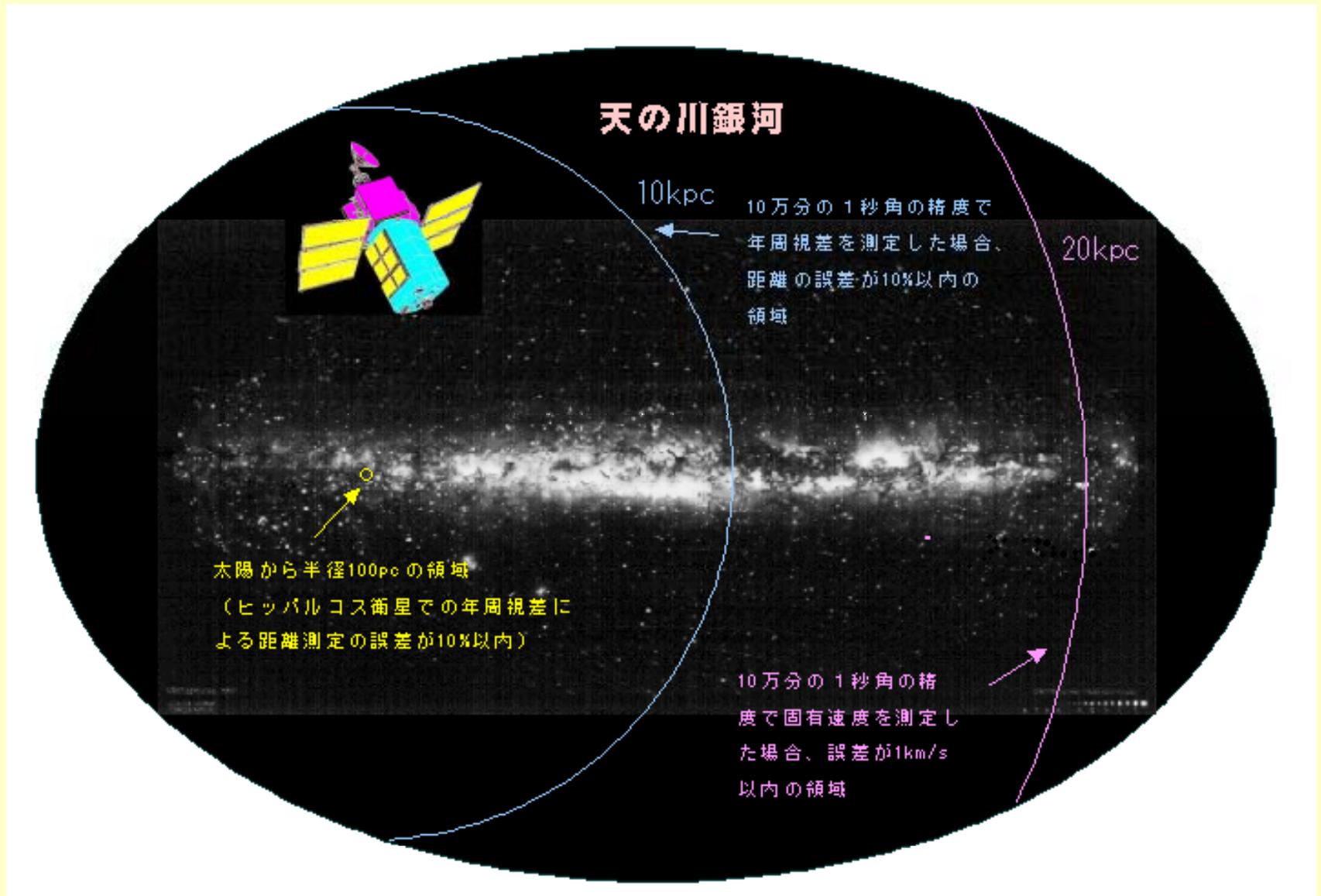
→ 年周視差
→ 横断速度
→ その角速度 (固有運動)

高精度なAstrometric eyeが必要

(Astrometry: 天球上の星の位置、固有運動、
年周視差)

位置天文精度: 1ミリ秒角(1mas) [ヒッパルコス衛星]

→ 10マイクロ秒角(10 μ mas)の時代へ (天文学の大革命)



§ 2.JASMINE計画について

(I)概要

位置天文精度: 約10万分の1秒角

→ 天文学の大革命!

(z 15.5等級or K 12等級で達成)

ターゲット: バルジ、ディスク

→ 銀河形成史の“化石”の宝庫



↓
近赤外線(1 μ m or 2 μ m)

可視光より遙かに多くのバルジ、ディスクの星を観測可能
(可視光に比べてダストによる吸収の影響が少ない)

打ち上げは、約10年先を目標

世界で唯一。日本独自の計画。

欧米は可視光の計画: GAIA(ESA), SIM(NASA)

AMEX(mini-FAME/DIVA:米独)?

世界もアストロメトリ観測の重要性を認識

(III) JASMINE での観測方法と仕様概要

位置天文観測の精度

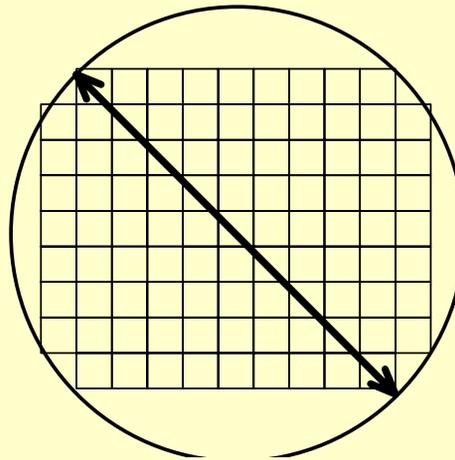
$$\sigma \sim \lambda / D\sqrt{N}$$

N : 星の光子数

大きな N が必要 → 大口径の鏡



大きな視野 → 多くの検出器を並べる



(IV) 望遠鏡の仕様 (z-bandとK-bandの両方を平行して検討)

光学系: Korsh系が有力候補

主鏡のサイズ: $D=2\text{m}$ の円形 (中心に直径0.7mの穴)

焦点距離: 66.7m(z-band) or 65.8m(K-band)

Astrometry用の有効な視野面積

$\Omega = 2.3 \times 10^{-1} \square^{\circ}$ (z-band)、 $\Omega = 1.7 \times 10^{-1} \square^{\circ}$ (K-band)

検出器: ~ 160 個(z-band)、 ~ 40 個(K-band)

TDIモードを稼働

ビーム混合鏡の設置:

同時に大角度(99.5度)離れた領域の星を測定



絶対的な年周視差を得るため

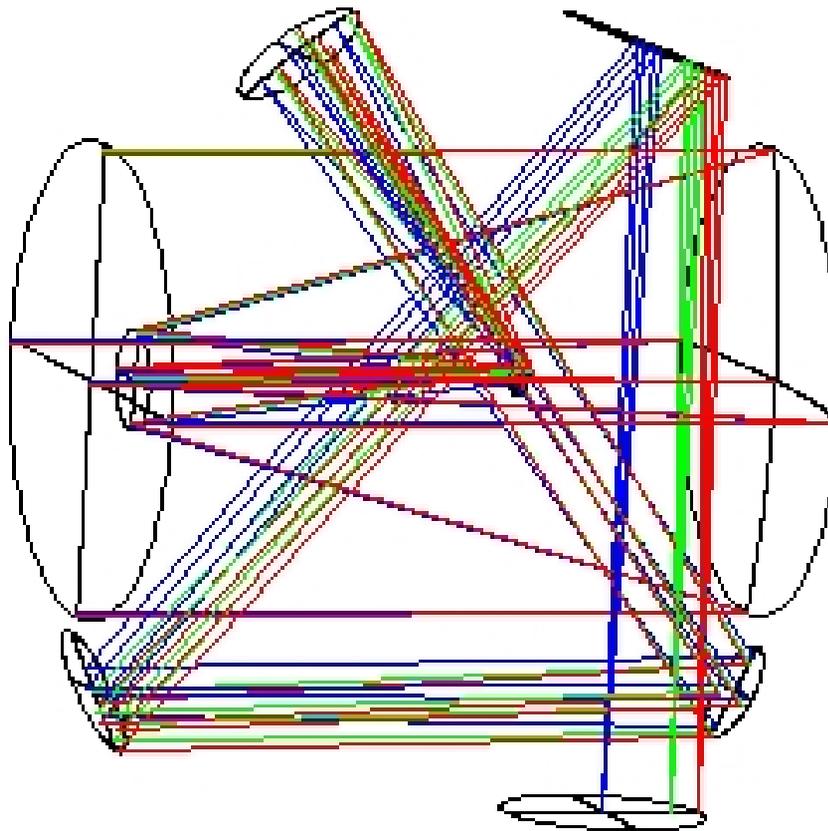
衛星回転則のずれを観測データを用いて自己完結

的に測定可能

* 2枚の鏡に対して、焦点面は共有する



JASMINEの光学系 (矢野氏設計)

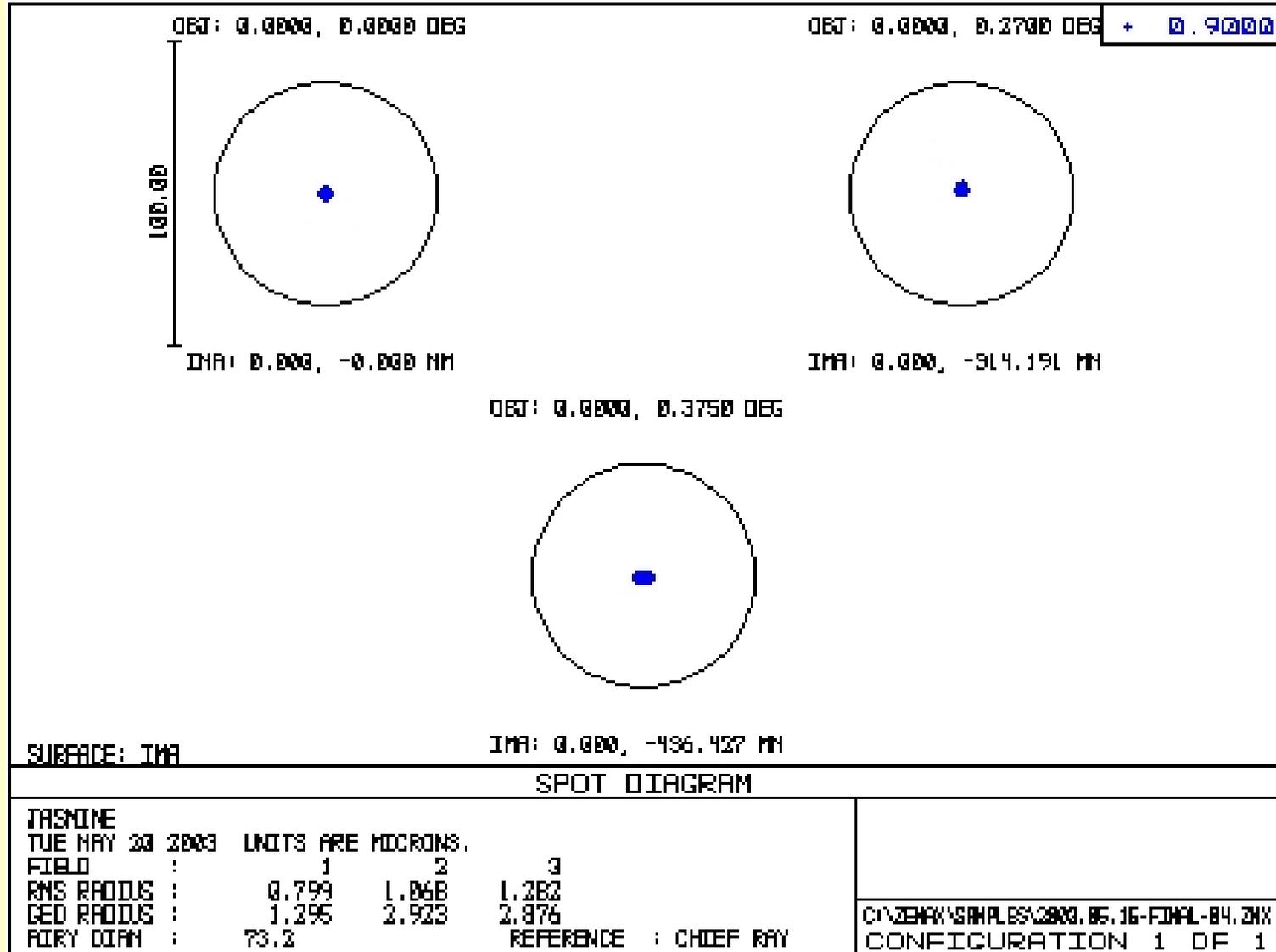


3D LAYOUT

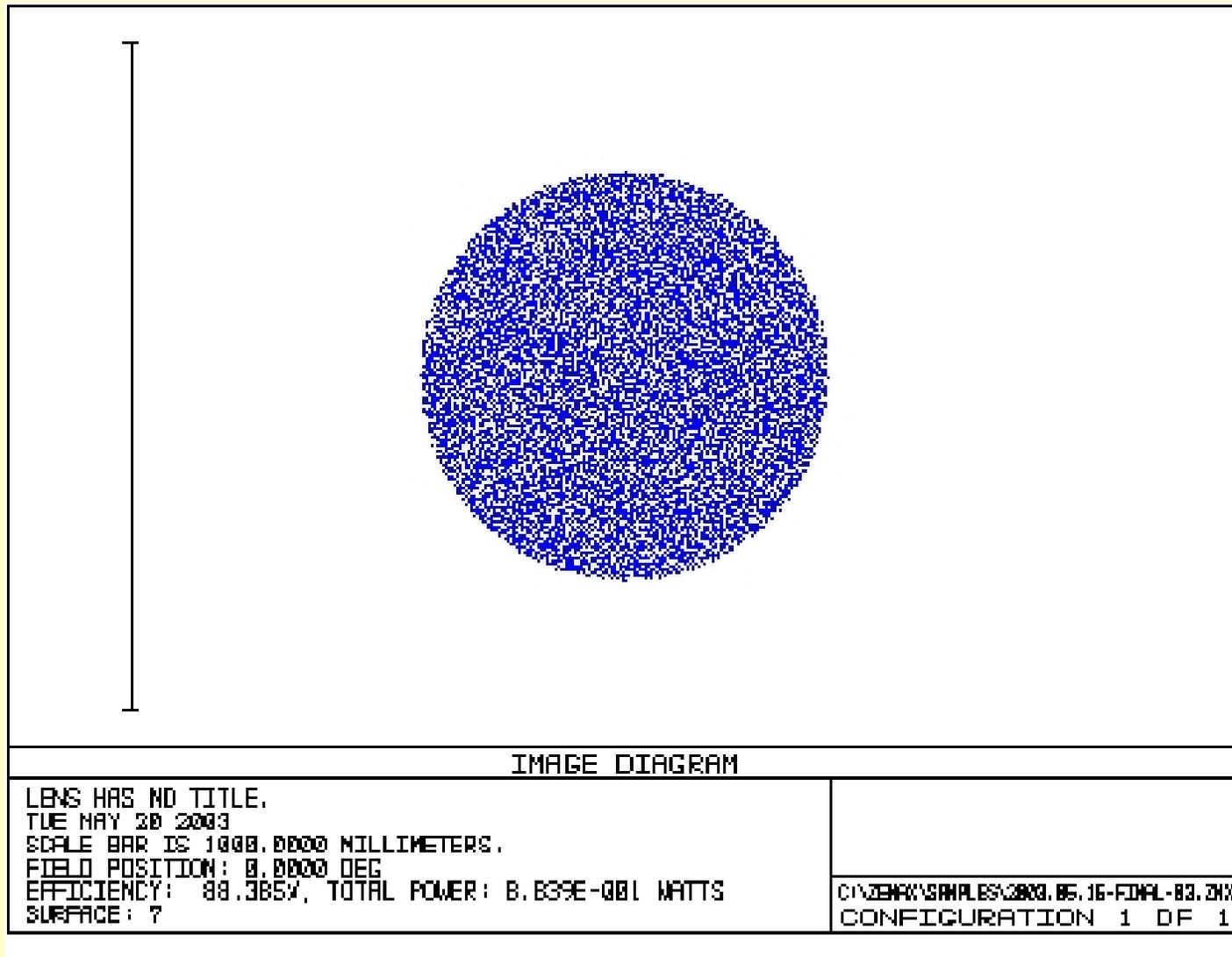
JASMINE
TUE MAY 20 2003

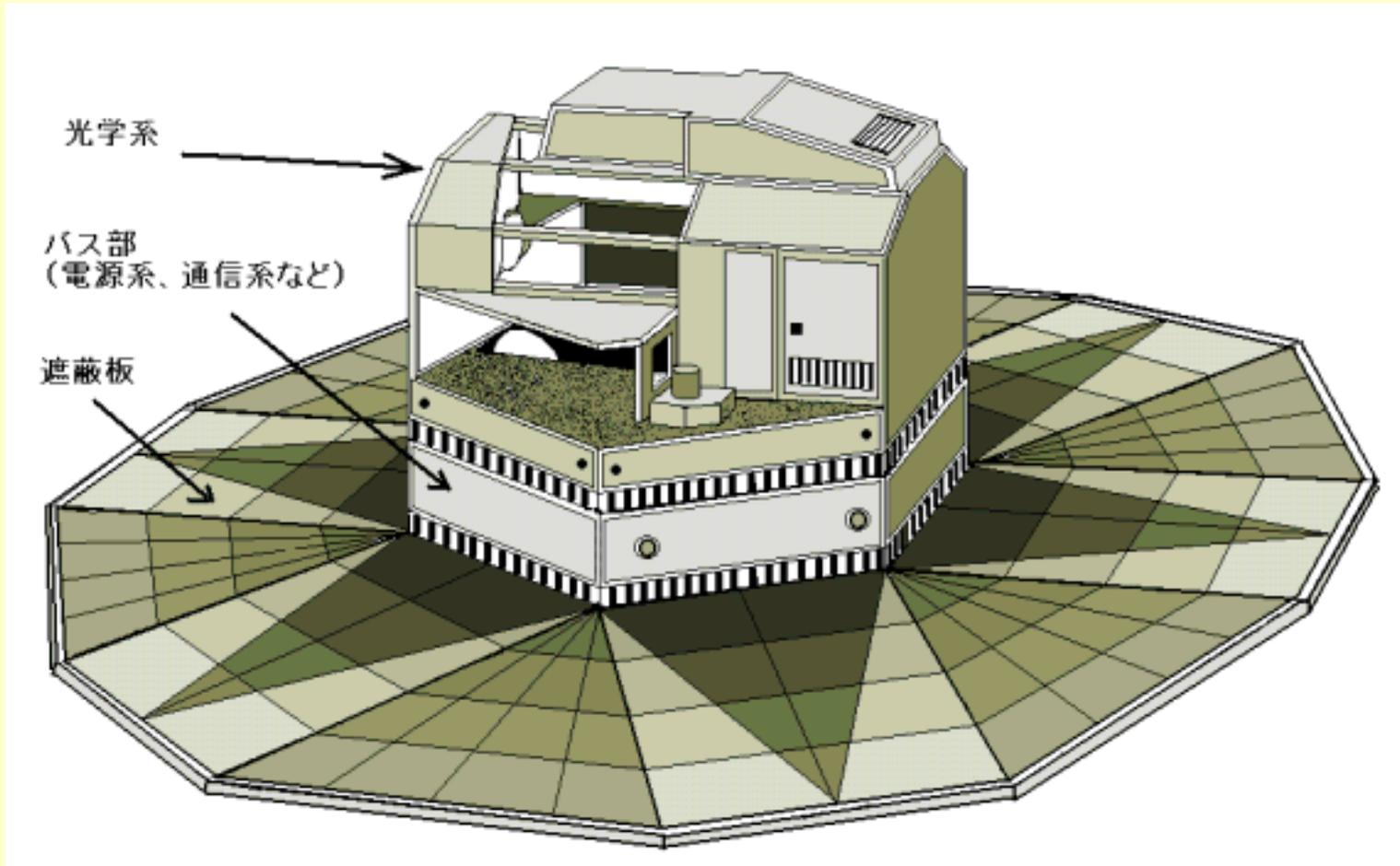
C:\ZEN\SAMPLES\2003_05_16-FINAL-04.ZMX
CONFIGURATION 1 OF 1

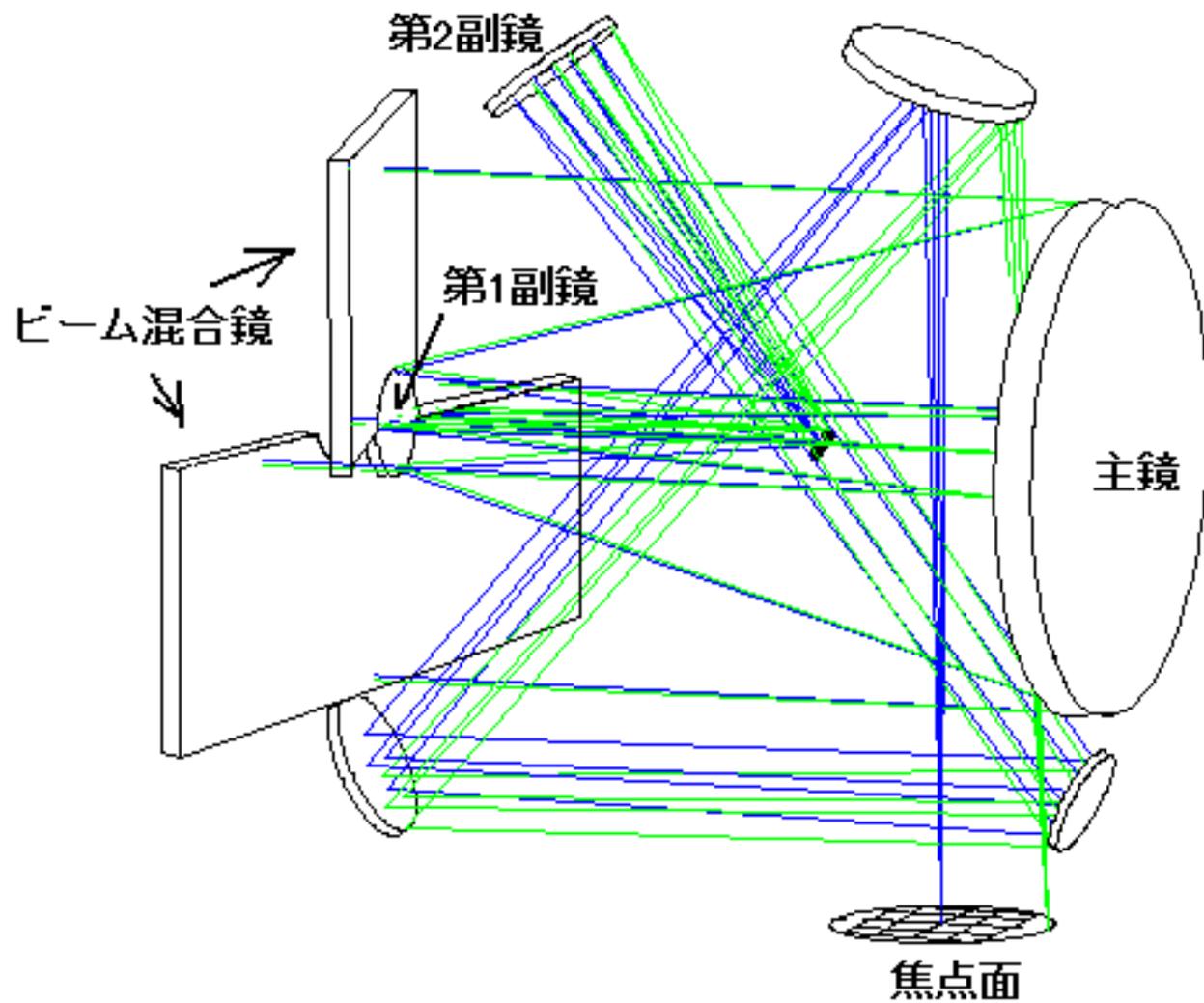
JASMINE光学系のspot diagram (矢野氏作成)

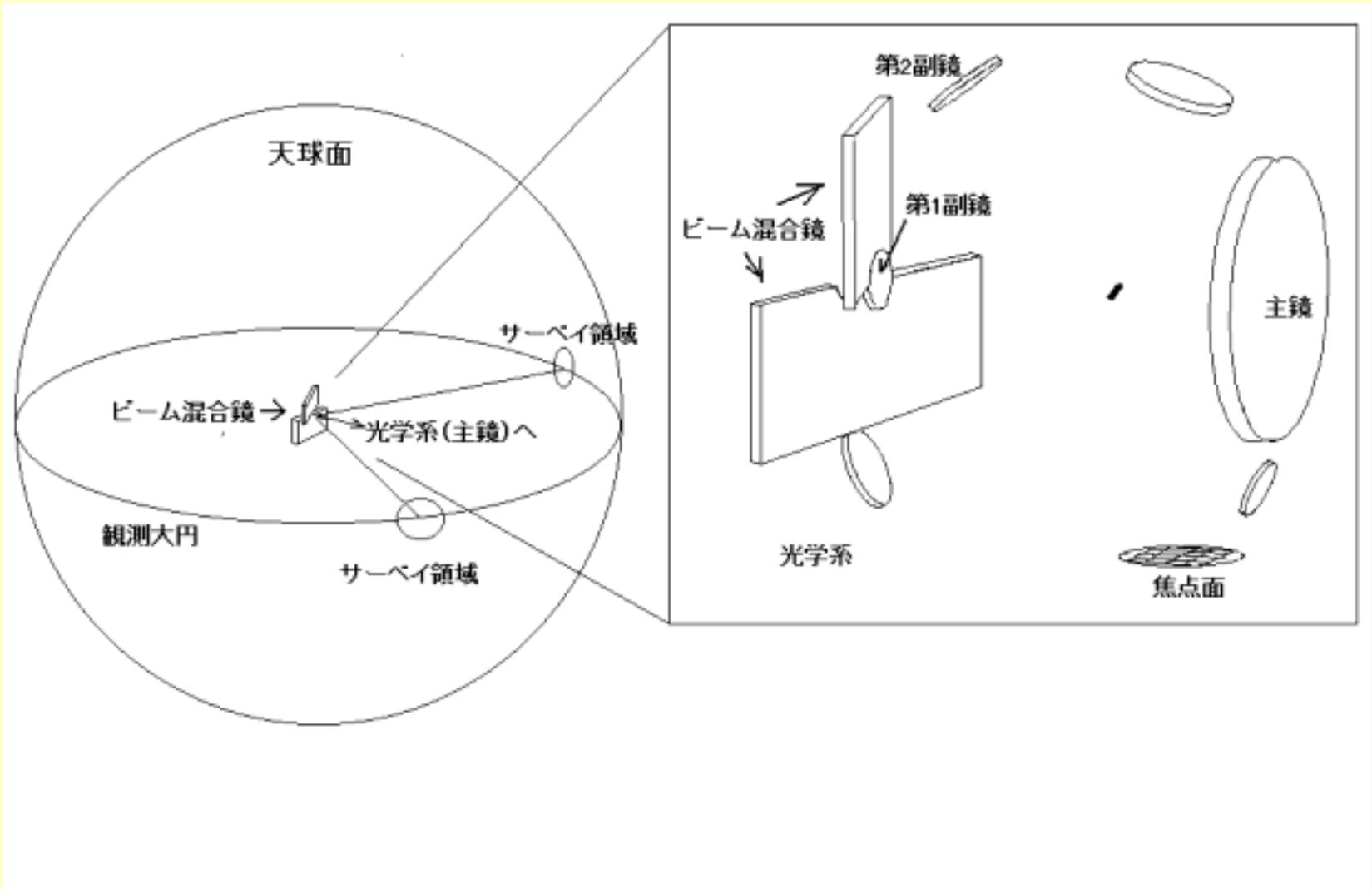


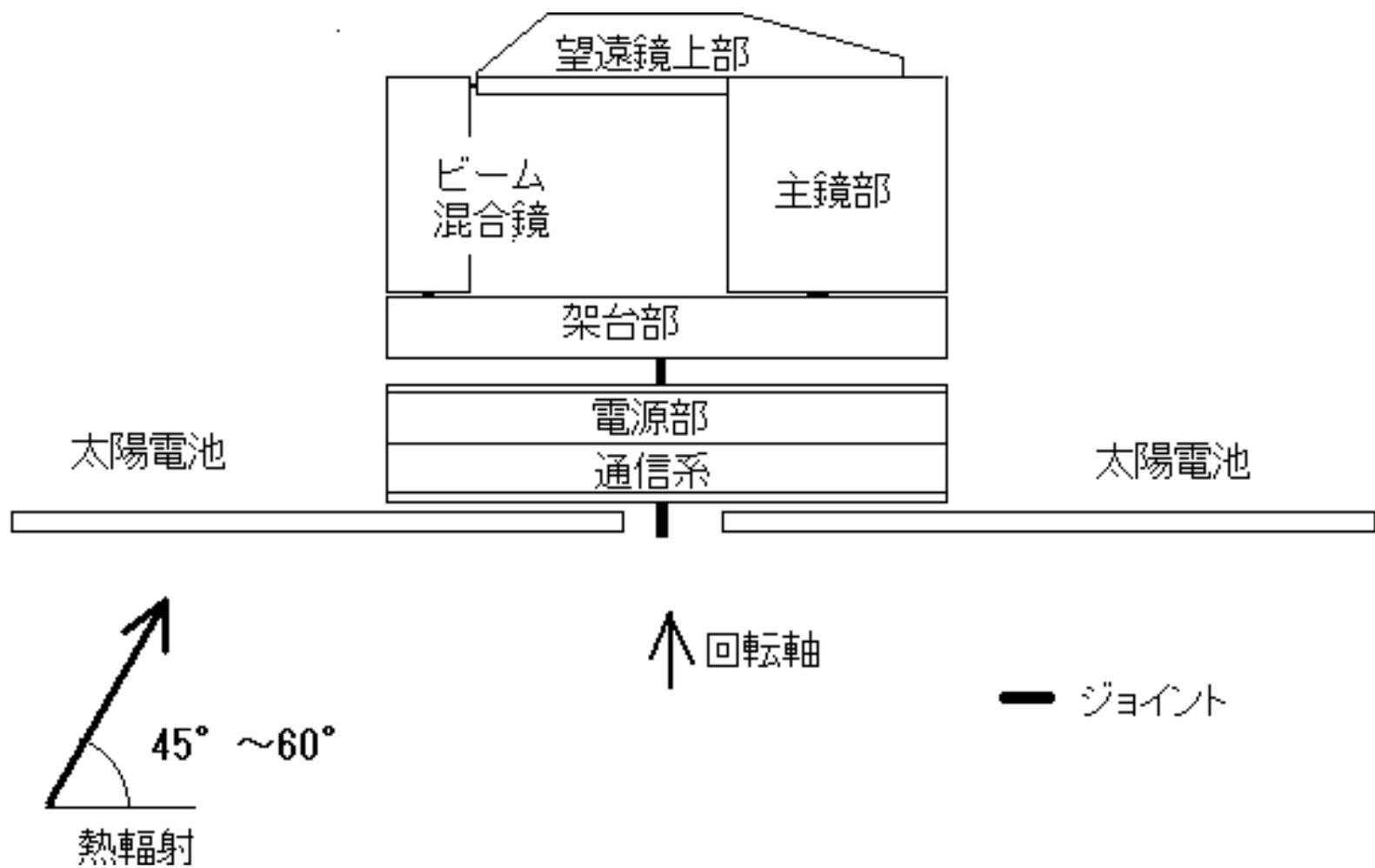
JASMINE光学系のimage diagram (矢野氏作成)











(VII) 軌道とサーベイ方法

軌道: Sun-EarthのL2point

連続的にスキャン

*衛星のスピン回転の周期:
約3.7時間

*歳差運動の周期:
約28.6日

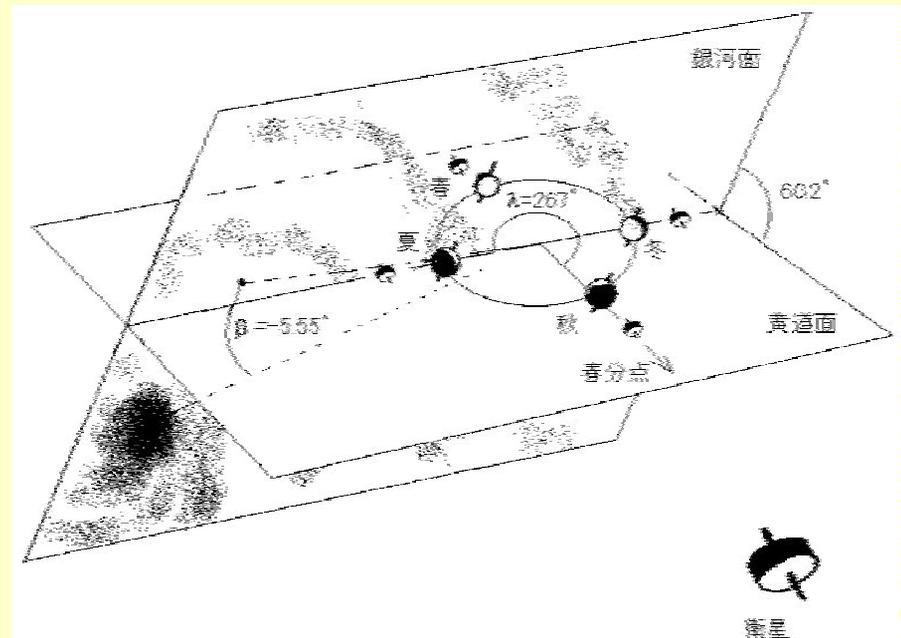
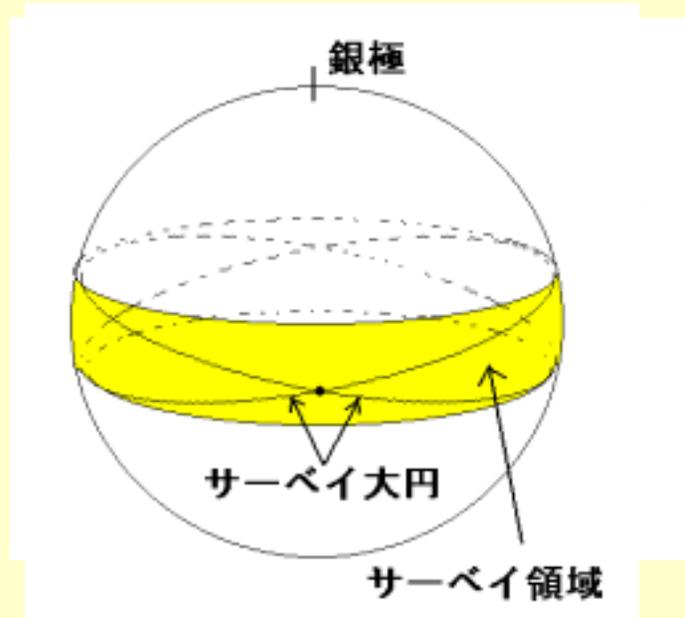
銀河面付近を主に観測

サーベイ面積: $360^{\circ} \times 7^{\circ}$

*太陽方向を見ないようにする

(春と秋は、銀河面方向。

夏と冬は、銀河面にほぼ
直交する面方向を観測)



開発状況と今後の検討

サイエンスの検討:

* サイエンスワークショップの開催:

広い分野の研究と結びついている

* 我々のチーム: 銀河系の力学構造の構築方法等の検討

Torus Construction法による力学構造の構築と
星形成史の解明

* サイエンス班との協力

衛星の仕様・精度評価、データ解析法

→ 数値シミュレーター(UML、オブジェクト指向)

例: JASMINE仕様計算プログラム

検出器の開発

(i) TDIモード可能な新しい1K-band用アレイ検出器

(ii) 1 μ m付近に感度のピークをもつ高感度

完全空素型CCD (Hyper Suprime Camと協力)

大型超軽量鏡の開発 : SPICA、JTPF計画等とも
協力

星像中心決定のアルゴリズム開発と地上実験
(月面天測望遠鏡計画チームと共同)

→ **現在、1画素の1/300の精度達成**

*** より高精度かつより現実的な設定での実験を続行中**

衛星のシステム検討

(I) NASDA 技術研究本部との定期的な検討会が
スタート

システム解析・ソフトウェア研究開発センター

当面の検討課題:

姿勢制御方式とその安定性

通信に関して

軌道投入

(II) ビーム混合鏡のなす角度(basic angle)の
熱変動に関する検討

宇宙研

+++++

--- > 宇宙研、NASDA 合同の勉強会へ

(約半年で概念設計の集中作業ととりまとめ)

実際のスペースでの実証実験

超小型衛星(CubeSat)での技術的実証を
目的とし、約2年半後の打ち上げを目指す
Mini-JASMINE計画の検討が本格化

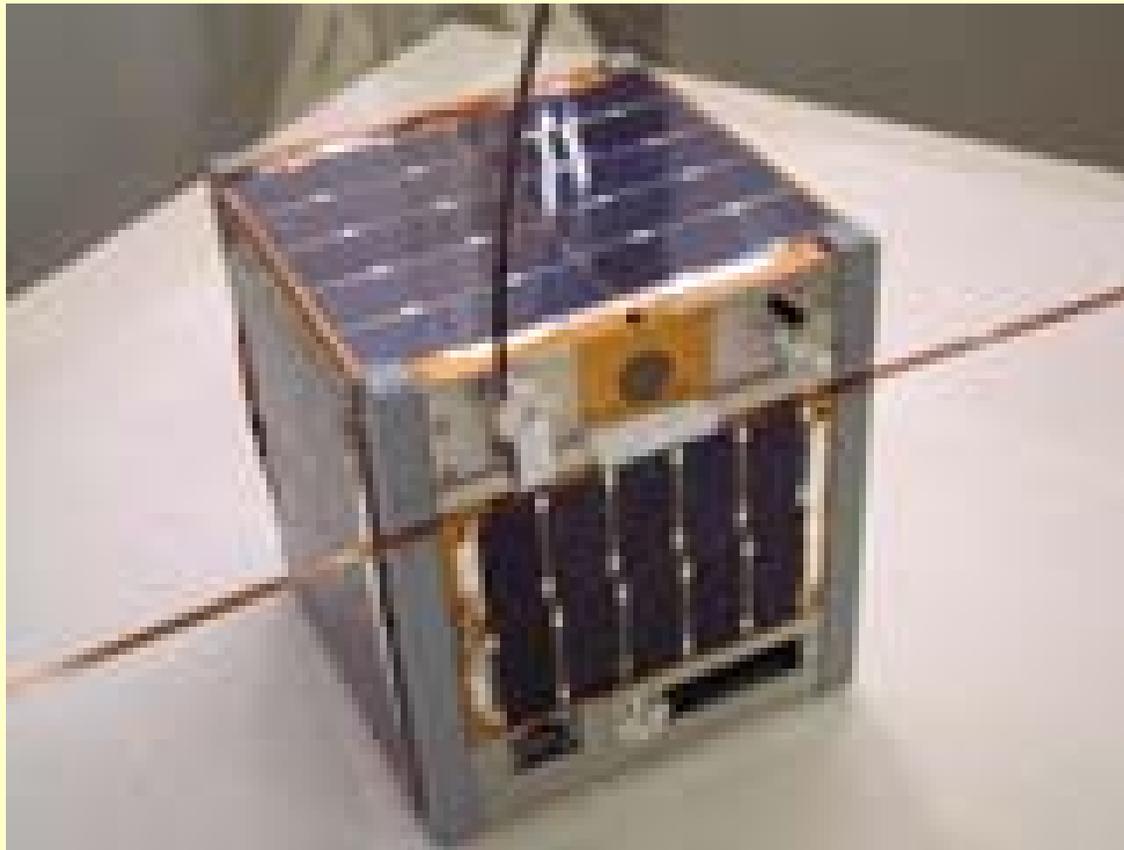
(東大工学部航空宇宙工学中須賀研との共同)

CubeSat フライトモデル: XI-IV

(東大工学部中須賀研究室)

6月30日にロシアで打ち上げ成功

(各マスコミで紹介)





超小型衛星による実証実験

目的: スペースではじめて、CCDのTDIモードを用いた星像中心決定や年周視差の導出を行う。

*ヒッパルコス衛星以降、GAIA (AMEX?)までサーベイ型スペースアストロメトリ計画はなし。新しい技術の実際のスペースでの技術的実証は本番までなし。

Mini-JASMINE計画の仕様

例えば...

CubeSat2クラスのサイズを想定(約15cm立方、数kg)

口径5cmの主鏡:

ビーム混合鏡も設置。焦点距離1.67m。

Korsh系でJASMINE望遠鏡の相似形

1K × 1K (1.5cm × 1.5cm)の検出器1個

——— > * 理想的には、 $z=10\text{mag}$ で1masを達成。

* 任意の大円を可能な限り連続スキャンで
観測。地球周回軌道。

* 衛星のスピン周期:0.6時間

* 実視野 0.53×0.53 平方度

検討状況

ミッション部

望遠鏡、検出器の検討、開発

(小林、矢野、高遠、宮崎がコアメンバー)

バス部

中須賀研究室がコアメンバーとして検討

Mini-JASMINEはCubeSat 3号機との位置づけ

* JASMINEの小型衛星版の設計(あさがお衛星)

で衛星設計コンテストに応募

(東大工学部4年生7名 +)

プロジェクトマネージャー: 永山(東大4年生)

第1次の書類審査をパス。2次のヒアリング審査へ

第1回検討報告書が完成

(一部の関係者には配布済み)

ご希望の方は、お申し出下さい。

国立天文台助手を公募開始

今後ともご支援、ご協力をよろしく
お願いいたします。

JASMINEのホームページアドレス

<http://www.jasmine-galaxy.org/index-j.html>

Jasmine

